

## (12) NACH DEM VERTRAG FÜR DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Dezember 2003 (18.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2003/105246 A3**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 41/24,  
41/083, 41/047

Eberhard [DE/DE]; Tachover Ring 7, 07646 Stadtroda (DE). KOPPSCH, Daniel [DE/DE]; Ortsteil Dautzschken, Vorstadt 7, 04886 Grossstrehen-Zwethau (DE). PERTSCH, Patrick [DE/DE]; Rodaer Strasse 17e, 07629 Hermsdorf (DE). RICHTER, Stefan [DE/DE]; Göritz, Ortsstrasse 49a, 07927 Hirschberg (DE). WEHRSDORFER, Eike [DE/DE]; Jenaer Strasse 18a, 07607 Eisenberg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/005051

(74) Anwälte: KRUSPIG, Volkmar usw.; Meissner, Bolte &amp; Partner, Postfach 860 624, 81633 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. Mai 2003 (14.05.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*(30) Angaben zur Priorität: 7 Dec 04  
102 25 405.2 7. Juni 2002 (07.06.2002) DE  
102 34 787.5 30. Juli 2002 (30.07.2002) DE

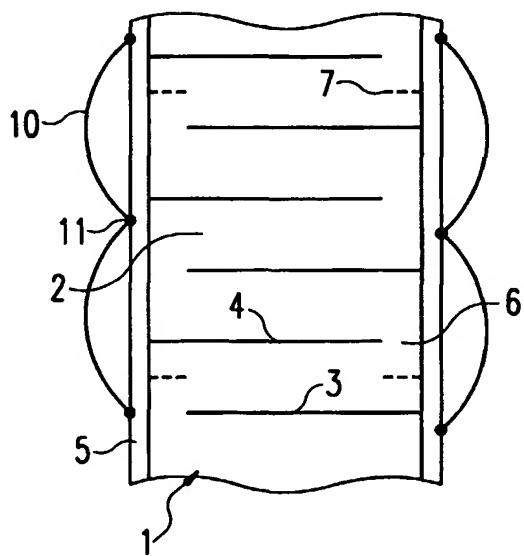
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): PI CERAMIC GMBH KERAMISCHE TECHNOLOGIEN UND BAUELEMENTE [DE/DE]; Lindenstrasse, 07589 Lederhose (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HEINZMANN, Astrid [DE/DE]; Eichenstrasse 25, 07549 Gera (DE). HENNIG,

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A MONOLITHIC MULTILAYER ACTUATOR, MONOLITHIC MULTILAYER ACTUATOR MADE OF A PIEZOCERAMIC OR ELECTROSTRICTIVE MATERIAL, AND EXTERNAL ELECTRICAL CONTACT FOR A MONOLITHIC MULTILAYER ACTUATOR

(54) Bezeichnung: MONOLITHISCHER VIELSCHICHTAKTOR AUS EINEM PIEZOKERAMISCHEN ODER ELEKTROSTRIKTIVEN MATERIAL SOWIE HERSTELLUNGSVERFAHREN UND ELEKTRISCHE AUSSENKONTAKTIERUNG



(57) Abstract: Disclosed are a method for the production of a monolithic multilayer actuator, a corresponding monolithic multilayer actuator, and an external electrical contact for a monolithic multilayer actuator. Microdisturbances are incorporated in a specific manner into the actuator structure along the longitudinal axis of the stack thereof, essentially parallel to and at a distance from the inner electrodes in the area of the at least two opposite outer surfaces to which the conventional inner electrodes are brought out. Said microdisturbances are subjected to a predefined, restricted, voltage-reducing growth towards the inside and/or towards the outer electrode no sooner than the time that the actuator is polarized. The basic metallic coating and/or external contact is/are embodied in a tensile-resistant or elastic manner at least in the area of the microdisturbances within the actuator structure.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines monolithischen Vielschichtaktors, einen entsprechenden Vielschichtaktor sowie eine Aussenkontakteierung für einen monolithischen Vielschichtaktor. Erfindungsgemäß sind entlang der Stapellängsachse des Aktors im wesentlichen parallel zu den Innenelektroden (3, 4), von diesen beanstandet, im Bereich der mindestens zwei gegenüberliegenden Aussenflächen, zu denen die an sich bekannten Innenelektroden herausgeführt sind, gezielt Mikrostörungen (7, 8) im Aktorgefüge eingebaut, welche frühestens beim Polarisieren des Aktors einen vorgegebenen, begrenzten, spannungsabbauenden Wachstum in das Innere und/oder zur Aussenelektrode unterliegt, wobei weiterhin die Grundmetallisierung (5) und/oder Aussenkontakteierung (10, 11) mindestens im Bereich der Mikrostörungen im Aktorgefüge dehnungsresistent oder elastisch ausgebildet ist.

WO 2003/105246 A3



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:

10. Juni 2004

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/05051

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01L41/24 H01L41/083 H01L41/047

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 204 152 A (CERAMTEC AG) 8 May 2002 (2002-05-08)	13
Y		14,19,20
A	paragraph [0010] - paragraph [0036]; figures 3-7 -----	1
Y	EP 0 479 328 A (NEC CORP) 8 April 1992 (1992-04-08)	19,20
A	column 2, line 1 - column 4, line 11; figures 2,3 column 8, line 3 - column 11, line 4; figures 6,8,9 ----- -/-	1-4, 11-13

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

9 February 2004

22/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Köpf, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/05051

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 844 678 A (CERAMTEC AG) 27 May 1998 (1998-05-27) cited in the application column 4, line 14 - line 34; figure 3 -----	14
A	DE 39 40 619 A (AVX CORP) 13 December 1990 (1990-12-13) column 4, line 50 - column 8, line 27; figures -----	1-5,13

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely:

1. Claims: 1-20

Method for producing a monolithic multilayer actuator, characterised in that along the longitudinal stacking axis substantially parallel to the inner electrodes and at a distance therefrom, in the region of the at least two opposite outer surfaces to which the inner electrodes are guided, micro-disturbances are specifically built into the actuator structure which are subjected to a predetermined limited voltage-reducing growth in the interior of the actuator at the earliest when the actuator is polarised.

Monolithic multilayer actuator with delaminating micro-disturbances running along the longitudinal stacking axis substantially parallel to the inner electrodes, said micro-disturbances reducing the tensile strength compared to the surrounding structure whilst at the same time upholding the pressure resistance.

2. Claims 21-24

Electrical outer contact for a monolithic multilayer actuator, characterised in that the outer electrode has a stretch-resistant metallic strip connected only at points to the basic metallic coating, said strip having a plurality of individual bending articulations located in a plane.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/05051

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1204152	A 08-05-2002	DE 10152490 A1		08-05-2002
		EP 1204152 A2		08-05-2002
		JP 2002171004 A		14-06-2002
		US 2002089266 A1		11-07-2002
<hr/>				
EP 0479328	A 08-04-1992	DE 69109990 D1		29-06-1995
		DE 69109990 T2		12-10-1995
		EP 0479328 A2		08-04-1992
		JP 4214686 A		05-08-1992
		US 5237239 A		17-08-1993
<hr/>				
EP 0844678	A 27-05-1998	DE 19648545 A1		28-05-1998
		AT 222404 T		15-08-2002
		DE 59707960 D1		19-09-2002
		DK 844678 T3		07-10-2002
		EP 0844678 A1		27-05-1998
		ES 2177881 T3		16-12-2002
		JP 10229227 A		25-08-1998
		PT 844678 T		29-11-2002
		US 6208026 B1		27-03-2001
<hr/>				
DE 3940619	A 13-12-1990	US 4903166 A		20-02-1990
		CA 2001435 A1		09-12-1990
		DE 3940619 A1		13-12-1990
		FR 2648288 A1		14-12-1990
		GB 2232532 A ,B		12-12-1990
		JP 3011980 A		21-01-1991
<hr/>				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 03/05051

**A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01L41/24 H01L41/083 H01L41/047

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 204 152 A (CERAMTEC AG) 8. Mai 2002 (2002-05-08)	13
Y A	Absatz [0010] - Absatz [0036]; Abbildungen 3-7 -----	14,19,20 1
Y A	EP 0 479 328 A (NEC CORP) 8. April 1992 (1992-04-08)	19,20 1-4, 11-13
	Spalte 2, Zeile 1 - Spalte 4, Zeile 11; Abbildungen 2,3 Spalte 8, Zeile 3 - Spalte 11, Zeile 4; Abbildungen 6,8,9 ----- -/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

9. Februar 2004

22/04/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Köpf, C

## INTERNATIONALER PATENTENBERECHENBERICHT

Internationale Patentenzeichen

PCT/EP 03/05051

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 844 678 A (CERAMTEC AG) 27. Mai 1998 (1998-05-27) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 34; Abbildung 3 -----	14
A	DE 39 40 619 A (AVX CORP) 13. Dezember 1990 (1990-12-13) Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 8, Zeile 27; Abbildungen -----	1-5,13

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/05051

### Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

### Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:  
1-20

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.  
 Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-20

Verfahren zur Herstellung eines monolithischen Vielschichtaktors dadurch gekennzeichnet, daß entlang der Stapellängsachse im wesentlichen parallel zu den Innenelektroden, von diesen beabstandet, im Bereich der mindestens zwei gegenüberliegenden Außenflächen, zu denen die Innenelektroden herausgeführt sind, gezielt Mikrostörungen im Aktorgefüge eingebaut werden, welche frühestens beim Polarisieren des Aktors einem vorgegebenen begrenzten spannungsabbauendem Wachstum in das Innere des Aktors unterliegen  
Monolithischer Vielschichtaktor mit entlang der Stapellängsachse im wesentlichen parallel zu den Innenelektroden verlaufenden delaminierenden Mikrostörungen, welche die Zugfestigkeit im Vergleich zum umgebenden Gefüge bei gleichzeitigem Erhalt der Druckfestigkeit verringern

---

2. Ansprüche: 21-24

Elektrische Außenkontakteierung für einen monolithischen Vielschichtaktor dadurch gekennzeichnet, daß die Aussenelektrode einen dehnungsresistenten, nur punktuell mit der Grundmetallisierung verbundenen metallischen Streifen aufweist, welcher eine Vielzahl von einzelnen, in einer Ebene befindlichen Biegegelenken besitzt

---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP 03/05051**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1204152	A	08-05-2002	DE	10152490 A1		08-05-2002
			EP	1204152 A2		08-05-2002
			JP	2002171004 A		14-06-2002
			US	2002089266 A1		11-07-2002
<hr/>						
EP 0479328	A	08-04-1992	DE	69109990 D1		29-06-1995
			DE	69109990 T2		12-10-1995
			EP	0479328 A2		08-04-1992
			JP	4214686 A		05-08-1992
			US	5237239 A		17-08-1993
<hr/>						
EP 0844678	A	27-05-1998	DE	19648545 A1		28-05-1998
			AT	222404 T		15-08-2002
			DE	59707960 D1		19-09-2002
			DK	844678 T3		07-10-2002
			EP	0844678 A1		27-05-1998
			ES	2177881 T3		16-12-2002
			JP	10229227 A		25-08-1998
			PT	844678 T		29-11-2002
			US	6208026 B1		27-03-2001
<hr/>						
DE 3940619	A	13-12-1990	US	4903166 A		20-02-1990
			CA	2001435 A1		09-12-1990
			DE	3940619 A1		13-12-1990
			FR	2648288 A1		14-12-1990
			GB	2232532 A ,B		12-12-1990
			JP	3011980 A		21-01-1991